

WIRKUNG DER LUFTVERUNREINIGUNG AUF DIE VERARMUNG DER FLECHTENVEGETATION DER STADT SZEGED UND IHRER UMGEBUNG¹

L. GALLÉ senior

(Eingegangen am 30. Juni 1978)

Auszug

Die Luft der Stadt Szeged ist — aufgrund des Benehmens der Flechten als Bioindikatoren — viel reiner als die Luft anderer Städte. Die Schwefeldioxydverunreinigung der Luft zeigt die natürliche saisonmäßige Schwankung und überschreitet den erlaubten Grenzwert ($0,15 \text{ mg/m}^3$) nur in den Wintermonaten.

Zur Verarmung der Flechtenvegetation trägt auch die beschädigende Wirkung des Kohlenmonoxyds, der Bleiverunreinigung, des sich ablagernden Staubs, Rauchs und Russes bedeutend bei.

Epiphytische Flechten können in der Markung der Innenstadt nicht mehr gefunden werden. Die ersten Thalli der epiphytischen und epixylien Flechtenarten erscheinen ungefähr 4 km weit vom Stadtzentrum.

Die auf eine alkalische Unterlage angesiedelten epilithischen Flechtenarten dringen tief in die sogenannt, „epiphytische Flechtenwüste“ hinein und assoziieren sich in den *Caloplacetum murorum*, *Lecanoretum albomarginatae* und *Caloplacetum citrinae* Zönosen.

Einleitung

Die epiphytische Flechtenvegetation verarmt schnell um die industriellen Anlagen und Großstädte. Es wurde nachgewiesen, daß die Verunreinigung saurerer Reaktion, besonders der Schwefeldioxydgehalt der Luft bestimmend für die Verarmung der Flechtenvegetation ist. Es verschwinden zahlreiche Arten innerhalb des das Stadtzentrum und die industriellen verunreinigenden Herde umgebenden, bestimmbaren Umkreises. Diese Feststellung wird auch durch die in der Weltliteratur erscheinenden zahlreichen Mitteilungen unterstützt. Es wird aus ihren Untersuchungen klar, daß die Flechten — als Bioindikatoren — sehr empfindliche Test-Pflanzen und zusammen mit den Moosen die ersten Opfer der Luftverunreinigung sind.

Kurze Geschichte der heimatlichen Forschung

Mit der auf die Flechten ausgeübten Wirkung der Luftverunreinigung der Städte hat sich — zahlreichen ausländischen Verfassern vorangehend — in diesem Land zuerst L. FELDÖDY (1942) beschäftigt, der die auf die epiphytische Flechtenvegetation ausgeübte Wirkung der Stadtluft von Debrecen geprüft hat. Seine Pionierabhandlung wurde von den semipopularischen Publikationen von A. BOROS—

¹ Mit der Unterstützung des Ausschusses der Ungarischen Akademie der Wissenschaften in Szeged verfertigte Abhandlung.

Hauptfaktoren der Luftverunreinigung

Mit der intensiven Industrialisierung und Urbanisierung haben sich die luftverunreinigenden Stoffe in den letzten Jahrzehnten sehr vermehrt. Die Feuerungstätigkeit der Industriewerke, des Verkehrs, die Einrichtungen und der Kleinhaushalte bringt ung. 20 verschiedene Stoffe festen und gasförmigen Aggregatzustandes in die Luft. Die Menge des Kohlendioxyds, Kohlenmonoxyds, Schwefeldioxyds, Schwefelwasserstoffs, Chlors, Fluors, der Schwermetalle (Quecksilbers und Bleis), der Stickstoffoxyde, der verschiedenen Kohlenwasserstoffe (z. B. 3,4-Benzpyren), des Staubs, Rauchs und Russes vermehrt sich mehr und mehr.

Die auf die Pflanzen ausgeübte Wirkung der die Atmosphäre verunreinigenden Verbindungen ist wohl bekannt. Es fallen in der Umgebung der die Luft verunreinigenden Herde selbst für die Unsachverständigen die welkenden Bäume dünner Kronen, die siechenden krautartigen Pflanzen auf. Aber die Schädigung, die von den weniger auffälligen Mitgliedern der Pflanzenwelt, den Flechten erlitten wird, wird nur von den Fachleuten wahrgenommen.

Die Forscher haben in kurzer Zeit herausgefunden, daß der Luftverunreinigung zufolge zuerst die Flechten Schaden erleiden, die wegen des Aufbaus ihrer Körper überhaupt nicht oder nur in sehr geringem Maße instande sind, sich gegen die in den Flechtenthallus eindringenden, die Photosynthese hindernden oder sie völlig blockierenden Gase gifting Wirkung zu verteidigen.

Während in einer gesunder Atmosphäre, in Wäldern, in den Arboreten und Friedhöfen reiner Luft oder den Wegen kleineren Verkehrs entlang, an den Baumstämmen immer Flechtenthalli gefunden werden, ist an den Baumrinden der rauchigen Industrieanlagen und der dicht bewohnten Großstädte keine Spur von diesen zu finden (epiphytische Flechtenwüste).

Um festzustellen, welche diejenigen verunreinigenden Verbindungen seien, die die Beschädigung der epiphytischen Flechten in so großem Maße herbeiführen, wurden in Europa und den Großstädten der Welt in Plang emäß aufgestellten Beobachtungsstellen genaue Messungen ausgeführt. Es geschahen auf den Gebieten von Holland, dem Vereinigtem Königreich, den Vereinigten Staaten, Kanada, Frankreich, der Bundesrepublik Deutschland, Österreich, der Estnischen Sozialistischen Republik ebenso Messungen solcher Richtung, wie bei uns in Budapest, bzw. in unserer Stadt Szeged.

Es wurde aus den Messungen klar, daß aus den schon erwähnten 20 verunreinigenden Stoffen die größte Schädigung die Stoffe saurerer Reaktion und das Schwefeldioxyd verursachen. Die letztere Verbindung gasförmigen Aggregatzustandes vereinigt sich mit dem Niederschlagwasser und mit dem in den hygroskopischen Thalluskörper der Flechten absorbierten Wasser in eine Verbindung ebenfalls saurerer Reaktion schwefelige Säure (H_2SO_4) und übt in dieser Form ihre beschädigende Wirkung aus. Außer dem Schwefeldioxyd haben auch das Kohlenmonoxyd, die als Verbrennungsprodukte der Explosionsmotoren in die Luft geratenden Bleiverbindungen, das 3,4-Benzpyren und der sich ablagerndre Staub eine bedeutende Rolle.

Das Hauptgewicht wurde auch in Verhältnis von Szeged auf das Messen dieser Verunreinigungsstoffe gelegt. Die Messungen wurden von den Mitarbeitern der Station des Gesundheits- und Seuchenbekämpfungsdienstes und des Medizinisch-biologischen Instituts der Medizinischen Universität ausgeführt.

Ihre Hauptergebnisse sind die Folgenden: Kohlenmonoxyd (CO).

Das in die Luft geratende Kohlenmonoxyd stammt in erster Reihe von den Auspuffgasen der Explosionsmotoren, in kleinerem Maß von der unrichtigen Inbetriebhaltung der Haushaltsheizvorrichtungen. Die Mitarbeiter des Medizinbiologischen Instituts haben in den Jahren 1974–1975 den Kohlendioxydgehalt der Luft täglich dreimal, am Morgen zwischen 7 und 8, am Mittag zwischen 13 und 14 und am Abend zwischen 16 und 17 Uhr gemessen. Ihre Beobachtungsstellen waren bei der Kreuzung der verkehrsreichen Kossuth Lajos-Straße und der Pariser Ringstraße, an den vier Ecken der Kreuzung der Straßen. Ihre Messungen wurden mit Drägers Gasprüfer ausgeführt. Die erste Messungsperiode fiel zwischen 18 und 21 November, die zweite zwischen 26 und 28 November, die dritte zwischen 23 und 25 März und schließlich die vierte zwischen 13 und 16 Juli. Die Messungen sind also im Frühling, im Sommer und in den spätherbstlichen Monaten geschehen. Bei den Beobachtungsstellen war der durchschnittliche Fahrzeugverkehr ungefähr 1000 Einheiten pro Stunde.

Der Kohlenmonoxydgehalt der Luft war in der ersten Messungsperiode 25–38 mg/m³, in der zweiten Periode 10–19 mg/m³, in den dritten und vierten Perioden 6–19 mg/m³.

Es ist natürlich, daß entlang erwähnten Fahrstraßen die epiphytischen Flechten und auf den Dachziegeln die epilithischen Flechtenarten vollkommen ausgerottet wurden. Schwefeldioxyd (SO₂).

Von den gasartigen Schmutzstoffen ist zur Kontrolle der Luftreinheit das Schwefeldioxyd das geeignetste und kann auch als ein Indikator benützt werden, weil seine Bildung nur vom Schwefelgehalt der benutzten Brennstoffe abhängt und weil seine Lebensdauer in der Luft von ihrer Feuchtigkeitsgrad abhängig mehrere Stunden und auch einige Tage lang sein kann.

Es wird von auf dicht bewohnten Gebieten gemessenen Angaben erwiesen, daß das Übergehen zur Gasheizung eine bedeutende Änderung in Schwefeldioxydgehalt der Luft hervorbringen kann. Dies ist die Lage auch auf dem Széchenyi Platz, wo der in 1967 gemessene auf 21,4 mg S/100 h bezügliche Gesamtschwefelwert in 1971 auf 5 mg S/100 h, d. h. tief unter den zulässigen Grenzwert gesunken ist. Dann konnte wiederholt ein langsamer Aufstieg beobachtet werden, so war z. B. in 1975 der Gesamtwert 7,4 mg S/100 h.

Aus diesen Werten gerechnet, war die durchschnittliche Schwefeldioxydkonzentration von Szeged in 1975 und 1976 0,05 mg/m³, im Unterschied zu dem für die Luft der geschützten Städte zulässigen 0,15 mg/m³ Wert. Dieser Wert wechselte sich bei den herausgehobenen Meßpunkten (Széchenyi Platz, Wiener Ringstraße) zwischen 0,03 und 0,08 mg/m³, während in Újszeged ein Schwefeldioxydgehalt von 0,01–0,03 mg/m³ beobachtet werden konnte.

Es ist wohl zu merken, daß die Menge des Schwefeldioxyds und des Gesamtschwefels in den niederschlagsreicheren Spätherbst-, Winter- und Frühlingsmonaten, als auch die Heizung erhöhten Grades ist, höher als in den Sommermonaten ist.

Die Schwefeldioxydverunreinigung der Luft unserer Stadt ist also niedrig, sie ist hinter der Schwefeldioxydbelastung der Städte mit großen industriellen Anlagen weit rückgeblieben. Die Gründe davon sind unter anderen die Folgenden:

- a) Es gibt in unserer Stadt keine Schwefeldioxydquelle industriellen Charakters.
- b) Die bessere Durchlüftung der Stadt wird durch breite Straßen und Plätze gesichert.

c) Die Wohnungen und Einrichtungen gehen mehr und mehr von der Kohlen- und Ölheizung auf die Gasheizung über.

Es gestaltete sich dennoch auch in Szeged die sog. „epiphytische Flechtenwüste“, was zeigt, daß die Flechten selbst diese, für die menschlichen und tierischen Organismen weniger schädliche Schwefeldioxydquantität nicht ertragen können. 3,4-Benzpyren ($C_{20}H_{12}$)

In Verbindung mit der Luftverunreinigung ist die Ausmerksamkeit der Forscher von dem polyzyklischen Kohlenwasserstoffen auf das 3,4-Benzpyren gerichtet, das beinahe in der Luft allerstädtischen Siedlungen zu finden ist. Die Verunreinigung der Atmosphäre durch 3,4-Benzpyren wurde teils aufgrund der Schneemuster, teils der auf das Straßenpflaster angeladenen Staubmuster geprüft und mit einer modifizierten schichtchromatographischen System bestimmt.

Die Muster wurden von elf verschiedenen Stellen ausgenommen und in den Sommermonaten in gleicher Weise gesammelt.

Die konzentrierteste Verunreinigung wurde in der Umgebung des Autobusbahnhofes gefunden, und zwar im Winter in einer Quantität von $4,2 \mu\text{g}/1 \text{ gr}$ Staub, im Sommer von $3,85 \mu\text{g}/1 \text{ gr}$ Staub. Um den Personenbahnhof im Indóház Platz und auf dem Weg E/5 wurde eine dem $2 \mu\text{g}/1 \text{ gr}$ entsprechende Konzentration gefunden. Auf dem Dom-Platz, in den äußeren Sektoren der Radialstraßen und in der Nähe der industriellen Betriebe wurde, hauptsächlich in der Winterperiode, der 3,4-Benzpyrengesamt des Staubs ungefähr $1 \mu\text{g}/1 \text{ gr}$ zu sein gefunden. Im Volkspark in Újszeged und auf dem Gebiet des Bezirks Tarjánváros wurde, bei der Gelegenheit von Wintermessungen, ein noch niedrigerer Konzentrationswert unter $0,5 \mu\text{g}/1 \text{ gr}$ erhalten.

Der Ruß mit einem 3,4-Benzpyrengesamt setzt sich von den Rauchfängen unmittelbar auf die Dachziegel an und bildet einen dunklen, teerartigen Überzug. Auf dem Gebiet der Innenstadt sind demzufolge auch die epilithischen Flechtenarten von den Dachziegeln verschwunden. Auf den Radialstraßen aber, schreitend aus dem Stadtzentrum hinaus, und in den Vororten auf den Dächern der kleineren, niedrigeren Häuser, selbst innerhalb des Runddammes, können den Verunreinigungen widerstandsfähigere epilithische Flechtenarten, so wie *Squamaria albomarginata*, *Caloplaca* (Blast.) *teicholyta*, *Lecanora albescens*, *L. dispersa*, *Verrucaria nigrescens* gefunden werden. Zu diesen assoziieren sich auf den Hausdächern außerhalb des Runddammes auch *Physcia vainioi* und *Lecidea fuscoatra* f. *regularis*.

Bleiverunreinigung

Der zunehmende Kraftfahrzeugverkehr bringt außer dem Kohlenmonoxyd auch eine bedeutende Menge von Stickstoffgasen und Bleioxyd in die Luft. Dieser letztere Schmutzstoff entsteht durch die Oxydation des mit dem Benzin gemischten Bleitetraäthyl ($Pb/C_2H_5/4$). An der Bleiverunreinigung leiden nicht nur die Kryptogampflanzen, sondern auch die Phanerogampflanzen entwickelterer Konstitution. Bei Laubfall häuft sich auch in den Blättern der Bäume und in dem vermahlten Rhytidom eine bedeutende Menge der Bleiverbindungen auf, die weder die Kryptogampflanzen noch die Blütenpflanzen aus ihren Organismen eliminieren können.

In Szeged wurden betreffs der Bleiverunreinigung der Luft bisher noch keine Messungen ausgeführt, es ist aber offenbar, daß dem zunehmenden Kraftwagenverkehr zufolge die Bleiverunreinigung der Luft in der Stadt bald schon zu einem bedeutenden Faktor wird. Im Medizinbiologischen Institut (KISZELY et al., 1977)

wurde die als Berufsbeschädigung auftretende Bleibelastung des menschlichen Organismus geprüft und es wurde festgestellt, daß die Bleibelastung der kontrollierten Werktätigen nur kleinen Maßes ist. Die Verhütung und Ablenkung stellen die Sani-tätsorgane noch vor keine größere Aufgaben.

Ein übertritt zur Benützung des bleifreien Benzins würde die gegenwärtige Lage sehr verbessern.

Der Schutz der landwirtschaftlich utlilisierten Gebiete, hauptsächlich der Obstgärten könnte durch eine entlang den verkehrsreichen Wegen, von diesen 5 m weit gelegte lebende Hecke praktisch gelöst werden.

Der abgelagerte Staub

Die epiphytischen Flechten ertragen die Staubigkeit schwer. Aber auch die empfindlicheren epilithischen Flechtenarten werden beschädigt.

Messungen des sich absetzenden Staubes wurden sowohl vom Medizinisch-Biologischen Institut als auch von der Station des Gesundheits- und Seuchenbekämpfungsdienstes seit Jahren ausgeführt. Es wurde aus ihren Messungen bekannt, daß die Lage der Staubverunreinigung in unserer Stadt bei weitem nicht so günstig ist, als z. B. im Falle des Schwefeldioxyds. Im Stadtzentrum, in Széchenyi Platz, in 1966, war das Maß der Staubigkeit $5,0 \text{ gr/m}^3$. Dies erhöhte sich in 1975 auf den Durchschnittswert $20,1 \text{ gr/m}^3$. In 1976 folgte eine kleinere Abnahme auf $17,9 \text{ gr/m}^3$ Wert.

Der höhere Wert in 1975 kann damit erklärt werden, daß auf dem Platz Autobushaltestellen, Kraftwagenparkplätze angelegt wurden und auf dem Platz und in der Umgebung Gebäudeabriß- und Überholungsarbeiten begonnen.

Die Staubbelastung von Újszeged ist ein wenig besser. Sie war in 1975 $15,7 \text{ gr/m}^3$, in 1976 $16,5 \text{ gr/m}^3$. Aber auch diese Werte überholen die für die geschützte Stadtluft zulässige $12,5 \text{ gr/m}^3$ Konzentration.

Verarmung der Flechtenvegetation

Die in dem vorigen Abschnitt dargelegte Verunreinigungslage ist erst in den letzten Jahrzehnten eingetreten. Diese Feststellung wird durch die auf dem Gebiet der Stadt seit den 1920-er Jahren, also 50 Jahre lang, beobachteten Veränderungen der Flechtenvegetation, namentlich durch die stufenweise eintretende qualitative Schädigung der Flechtenvegetation und ihrer quantitativen Verhältnisse unterstützt.

Ich habe die Gestaltung der Anzahl der Flechtenarten auf dem Gebiet der Stadt von den 1920-er Jahren ab aufgrund der Publikationen der in der Einleitung schon erwähnten Verfasser und meiner eigenen Beobachtungen in einer Tabelle zusammengefaßt. In der Tabelle habe ich die auf das am rechten Ufer der Tisza liegende, dicht eingebaute, urbanisierte Gebiet und die auf den, auch den Stadtpark enthaltenden, Stadtteil Újszeged (der heute noch größtenteils einen Gartenstadtscharakter hat) bezüglichen Angaben getrennt dargestellt. Daß Mas der zu den einzelnen Perioden ins Verhältnis gestellten Abnahme wurde in prozentualen Werten gegeben.

Tabelle 1. Gestaltung der Anzahl der Flechtenarten zwischen den 1920-er und 1980-er Jahren

Fundort Zeitpunkt des Vorkommens	Szeged				Újszeged			
	Anzahl der							
	epigae	epilith	epi- phy- ton	epixyl	epigae	epilith	epi- phy- ton	epixyl
	Flechtenarten							
1920–1940	5	37	5	6	5	14	25	13
1940–1970	3	24	2	5	3	10	14	7
Maß der Abnahme im Verhältnis zur vorigen Periode	40 %	35,1 %	60 %	16,7 %	40 %	28,6 %	44 %	46,2 %
1970–1980	1	22	0	5	2	8	11	6
Maß der Abnahme im Verhältnis zur ersten Periode	80 %	40,5 %	100 %	16,7 %	60 %	42,9 %	56 %	53,8 %

Die Tabelle — aufgrund der im ersten Abschnitt besprochenen Meßergebnisse — veranschaulicht wohl die selektierende und schädigende Wirkung der luftverunreinigenden Stoffe. Diese Schädigung ist besonders in Hinsicht der epiphytischen Flechtenarten auffallend, die von den innerhalb des Runddammes befindlichen Gebieten von Szeged vollkommen fehlen. Die stufenweise Abnahme kann aber auch bei den epigäischen, epilithischen und epixylen Flechtenarten beobachtet werden.

Diese auch in prozentuellem Wert gut ausdrückbaren Änderungen lassen sich natürlich nicht mit der schädigenden oder vernichtenden Wirkung eines oder anderen herausgegriffenen Faktors erklären, sondern sie sind als eine komplexe Wirkung aller bekannten Faktoren aufzufassen.

Die allerersten Opfer der Luft- und Umweltverunreinigung sind, wie schon erwähnt, die Flechten. Diese zeigen in unseren Tagen selbst in der verhältnismäßig reinen Luft des Gebietes von Újszeged eine 56%-ige Abnahme, im Verhältnis zu den 1920-er Jahren. Die Gründe davon sind bei der Theißbrücke und entlang den verkehrsreichen Straßen in der beträchtlichen Immittierung des Kohlenmonoxyds und Bleioxyde zu suchen. Es können aber bei diesem auch die Veralterung der Baumstämme im Volkspark und die mit der Zusammenneigung der Laubkrone gesteigerte Überschattung der Stämme und in den kleinen Obstgärten die Kratzung der Borke, bzw. die beharrliche Anwendung der Spritzmittel mitspielen. Es wäre eine einzige dieser Faktoren genug, um die epiphytische Flechtenvegetation zu vermindern. Ihre komplexe Wirkung aber hat die volle Vernichtung zur Folge.

So sind von den Linden der an der Volksgarten-Allee liegenden Seite des Volksparks die Thalli der *Lecanora carpinea*, *Physcia aipolia* und *Ph. stellaris*, von den

Pappelstämmen in der Umgebung des Spielplatzes die *Xanthoria parietina* und von den Stämmen der Obstbäume die Mitglieder *Physcietum ascendens* Zönose verschwunden.

Es konnten im Friedhof von Újszeged am Ende der 1920-er Jahren selbst noch auch die Thalli *Evernia prunastri* und *Physcia stellaris* gefunden werden. Sie sind aber bis zum Ende der 1960-er Jahre schon verschwunden. Der Grund dieser Erscheinung ist daß der Friedhof zwischen der Landstraße Szeged—Makó und der Eisenbahnlinie Újszeged—Battonya liegt. Die vernichtende Wirkung wurde durch die schon erwähnten Gase und den Staub von der Landstraße und durch den von der Eisenbahnlinie ausströmenden Rauch und Ruß zusammen ausgeübt.

Im einleitenden Teil habe ich schon darauf verwiesen, daß die sog. Oasen der städtischen „Flechtenwüste“ die Friedhöfe sind. Die epiphytischen Flechtenarten fehlten von den innerhalb des Runddammes liegenden Friedhöfen schon in den 1960-er Jahren ebenso, wie aus dem außerhalb des Runddammes, 2–2,5 km vom Stadtzentrum liegenden Innerstädtischen Friedhof. In 1976 aber wurde der Budapest—Szeged Kraftwagenverkehr von der Seite der Innerstädtischen Friedhofs mit der Errichtung der Izabelle—Brücke auf die Landstraße zurückgelenkt. Infolgedessen vermindert die auf 1/10 verminderte Immission die Niederlassung und Entwicklung der mehr widerstandsfähigen epiphytischen Arten nicht mehr. Es kann damit erklärt werden, daß die anspruchslosen Krustenflechtenarten der *Lecanoretum carpinae* (*Lecanora carpinea*, *Lecidea elaeochroma*, *L. glomerulosa* und *Physcia tenella*) bis zum Frühling 1978 an dem überirdischen Teil der Lindenbaumstämme des innerstädtischen Röm. Katholischen Friedhöfe, sowie die jungen Thalli der *Physcia tenella* in südlichen Exposition an den *Tilia* Stämmen in dem Reformierten Friedhof erschienen.

Die Anzahl der auf den bearbeiteten Hölzern lebenden, epixylen Flechtenarten ist auch bemerklich kleiner geworden. Dieses Phänomen kann an der Szeged—Seite (Rechtseite der Tisza) mit der Abreißung der Bretterplanken und mit dem Bau der Umfriedungmauern, bzw. mit der Abbrechung der Schindeldächer erklärt werden (anthropogene Wirkung). Dieselbe ist die Ursache der 53,8%-igen Verminderung in den Zahlen der Arten und Individuen auch auf dem Gebiete von Újszeged. Während aber an der Újszegediner Seite um die vom Stadtzentrum weiter liegenden Grundstücken einige mit Flechten bedeckte Bretterplanken, mit *Parmelia sulcata*, *Hypogymnia physodes*, *Lecanora allophana*, *Candelariella vitellina* Arten noch immer zu finden sind, kommt an der Szegediner Seite nurmehr auf den Brettern der in den Friedhöfen gelegten Hartholzbänken die *Lecanoretum albomarginatae* Zönose mit den *Squamaria albomarginata* f. *lignicola*, *Candelariella vitellina*, *Lecanora allophana*, *L. hageni*, *Physcia tenella* und selten mit den *Xanthoria parietina* Arten.

Es sei hier erwähnt, daß von einer der Bretterplanken der Újszegediner Felső-kikötő-sor Straße am Tiszaufser die *Pseudevernia furfuracea* und *Usnea hirta* und von einer der Bretterplanken der Főfasor Straße die in 1929 von hier beschriebene *Pseudevernia furfuracea* f. *rosulata* SZAT. et GALLÉ (locus classicus), deren Typus-exemplare im hiesigen Herbarium bewahrt werden, heute schon fehlen.

Die Verminderung der Artenzahl der epilithischen Flechtenarten überholt heute schon 40% auf dem Gebiet sowohl von Szeged als auch von Újszeged. Die steinbewohnenden (epilithischen) Flechtenarten sind aber weniger empfindlich auf die die Luft verunreinigenden Schmutzstoffe. Der Grund davon ist teils, daß ihre Lager, bzw. ihre Apothezien eng an die Oberfläche des Gesteins oder den für Unterlage

dienenden Dachziegel haften und ihrer waagerechten oder — auf den Hausdächern — gelinde abfälligen Lage zufolge ein größerer Schutz für sie durch die Winterschneedecke eben in der Periode gesichert wird, als die Verunreinigung durch das Schwefeldioxyd größten Maßes ist. Es ist also verständlich, daß die epilithischen Flechtenarten in die „Flechtenwüste“ der Stadt tief hineindringen.

Die in der Tabelle 2. befindlichen Flechtenzönosen und ihre Fundorte:

1. *Verrucarietum nigrescentis* (KAISER) GALLÉ — Auf der Ziegelbedeckung der nach Norden liegenden Böschung des Runddammabschnittes bei der Petöfi-Siedlung.
2. *Verrucarietum nigrescentis* (KAISER) GALLÉ — Auf dem waagerechten Grabdecke eines der Grabdenkmäler des Innerstädtischen Friedhofs.
3. *Caloplacetum murorum* (DU RIETZ) KAISER — Auf dem Ziegelpflaster der nach Nord-Westen liegenden Böschung des Runddamms bei der Stadtteil Rókus.
4. *Caloplacetum murorum* (DU RIETZ) KAISER — Auf dem waagerechten Grabdecke eines der aus Beton gemachten Grabdenkmäler des Innerstädtischen Friedhofs.
5. *Caloplacetum murorum* (DU RIETZ) KAISER — Auf der nach Nordosten liegenden, aus Beton gemachten Oberfläche eines der Grabdenkmäler des Rókus-Friedhofs.
6. *Caloplacetum murorum* (DU RIETZ) KAISER — Auf der waagerechten Grabdecke eines der aus Beton gemachten Grabdenkmäler des Dugonics-Friedhofs der Oberstadt.
7. *Caloplacetum citrinae* (GALLÉ) BESCHEL — Auf der Kalkmörteldecke der Gartenmauer des Altersheimes in der Petöfi-Siedlung.
8. *Caloplacetum citrinae* (GALLÉ) BESCHEL — In Újszeged, auf dem Kalkmörteldecke der nach Nordwesten liegenden Gartenmauer eines der Grundstücke der Felsőkikötősor Straße.
9. *Lecanoretum albomarginatae* (KAISER) GALLÉ — Auf der aus einem waagerechten Beton gemachten Grabdecke eines der Grabdenkmäler des Innerstädtischen Friedhofs.
10. *Lecanoretum albomarginatae* (KAISER) GALLÉ — Auf der aus einem ähnlichen Stoff gemachten Grabdecke ähnlicher Lage des Unterstädtischen Friedhofs.
11. *Lecanoretum albomarginatae* (KAISER) GALLÉ — Auf dem aus Schiefer gemachten, nach Norden liegenden Dache der Werkhalle der Seilerei im äußeren Abschnitt der Tolbuchin Radialstraße.
12. Auf dem mit Ziegeln bedeckten, nach Süden liegenden Dachteil des Gärtnerhauses, Bajai Straße 8.

In die Tabelle 2 wurden die auf dem Gebiet der Stadt in den 1960-er Jahren beobachteten epilithischen Flechtenarten aufgenommen. Die Fundstellen, Exposition, Unterlagen, der prozentuale Wert der in den bezeichneten Zeitpunkten beobachteten Deckung sind gegeben. Die aufgezählten Arten gehören zu den *Verrucarietum nigrescentis*, *Caloplacetum murorum*, *Caloplacetum citrinae* und *Lecanoretum albomarginatae* Zönosen. Zur Unterlage dienten die Ziegelbedeckung des Runddamms, der Kalkmörtelüberzug der Gebäude, der Ziegelmauern, die Dachziegel, die aus Beton bzw. Dolomitsplitt gemachten Grabdecken und Grabdenkmäler.

Die Flechtenvegetation des zu Hochwasserschutz zwecken dienenden Runddamms habe ich in zwei Aufsätzen (Gallé, 1939 und 1973) schon bekanntgemacht. Ich habe auch eine sich mit der Flechtenvegetation der Friedhöfe beschäftigende Ab-

handlung (GALLÉ, 1970) publiziert. Ich bespreche diese Fundorte deshalb nur tangentiell.

Ich habe die Flechtenvegetation des Runddammes im April 1978 neulich kontrolliert. Das Verderben der Flechtenvegetation ist im nördlichen Abschnitt bei dem Bezirk Tarján város das Höchstgradige, wo sich die Wirkung der Urbanisation von nahe und unmittelbar durchsetzt. In diesem Abschnitt können die am Ende der 1930-er Jahre noch so auffallenden, ung. ein Quadratmeter großen, gelben Ziegeloberflächen, deren Farbe durch die in einem großen Deckungsgrad ($D=4-5$) erscheinenden *Caloplaca* (Gasp.) *murorum*, *Cal.* (Gasp.) *decipiens*, *C. citrina* und *Candelariella aurella* Thalli geliefert wurde, nicht mehr gefunden werden. Die aufgezählten Flechtenarten bestehen auch heute irgendwo, aber sie kommen unter den grauen *Lecanora albescens*, *Caloplaca* (Blast.) *teicholyta* und *Squamaria albomarginata* Thalli nur in einer verschwindend kleiner Quantität ($(D=+1)$) vor. Die Flechtenvegetation des Rókus-Abschnittes ist auch in ähnlicher Weise verdorben. Der originelle Zustand wurde am besten von dem Abschnitt westlicher Exposition der Tolbuchin Straße bewahrt.

Die epilithische Flechtenvegetation der Friedhöfe hat sich im Vergleich zu den 1960-er Jahren qualitativ kaum geändert. Nach einer eifrigen Forschung waren alle die publizierten Flechtenarten (GALLÉ, 1970) zu finden. Der Unterschied ist in den quantitativen Verhältnissen. Die einzelnen Zönosen erschienen, wie dies auch aus den Tabellen zu sehen ist, dem in den 1960-er Jahren beobachteten 30—70-prozentigen Deckungsgrad gegenüber, in 1978 nurmehr mit 10—40-prozentiger Deckung. Die Zunahme der einzelnen Thalli such hat ein langsames Tempo. Die Thallusränder sind noch intakt genug, aber z. B. bei der *Squamaria albomarginata* erscheinen zahlreiche in der Mitte verderbende Thalli (thallus centrifugus). Die photosynthetische Rate der einzelnen Arten auch vermindert sich, was durch die zahlreichen beschädigten gonidia gezeigt wird.

Die Lage der epilithischen Flechtenvegetation innerhalb unserer Stadt wird von den auf den Ziegel-, bzw. Schieferdächern der Häuser lebenden Flechten wohl abgespiegelt. Ich habe diese zehn Jahre lang, zwischen 1968 und 1978 untersucht. Ich habe meine Beobachtungen im Stadtzentrum begonnen und stufenweise nach außen fortschreitend, in den Vororten beendet.

Den Ziegelstoff des Dachwerks der hohen Häuser der Innenstadt habe ich verhältnismäßig leicht erreicht: ich habe den zerstörten Ziegelstoff der demolierten Häuser geprüft. Den Dächern der vorstädtischen niedriger Gebäude habe ich mit Hilfe einer Leiter genähert. So habe ich einen verhältnismäßig sehr guten Vergleichungsstoff erhalten.

Aufgrund der Prüfung von mehr als ein tausend Dachziegeln sind meine Ergebnisse die Folgenden.

Die Flechtenvegetation der Ziegeldächer der hohen Häuser der Innenstadt von Szeged wurde völlig vernichtet als das Ergebnis der Rauchbeschädigung. Auf den Ziegeln, die mit einem dunklen teerartigen Stoff gleichmäßig bedeckt sind, können keine Flechtenthalli mehr gefunden werden. Das 3,4-Benzpyren und die teerige Belegung des darin steckengebliebenen abgelagerten Staubs haben die Lebensbedingungen sowohl der Flechten als auch der Dachmoose vernichtet.

Vom Stadtzentrum nach Süden fortschreitend, auf den jüngstens noch nicht erneuerten Ziegeldächern der Privathäuser der sog. Unterstadt, ung. 2 Km weit vom Zentrum, beginnen die Mitglieder der *Verrucarietum nigrescentis* Flechten-

zönose: *Verrucaria nigrescens*, *Staurothele catalepta*, *Lecanora dispersa*, *L. albescens*, *Candelariella aurella* ($D = + - 1$) zu erscheinen. Nach Westen, gleichfalls 2 Km weit, auf der nördlichen Neigung des Schieferdachs der Seilerei dringt die *Squamarietum albomarginatae* Zönose in die epiphytische Flechtenwüste ein. Hier kommen außer den Charakterarten die *Lecanora albescens*, *L. dispersa*, *L. crenulata*, *L. hageni* v. *lithophila*, *Lecania erysibe*, *Caloplaca* (Blast.) *teicholyta*, *Candelariella aurella*, *Verrucaria nigrescens*, *Caloplaca* (Gasp.) *decipiens* Arten vor, annähernd in einer 20% Deckung ($D = + - 3$).

Nach Süden weitergehend, außerhalb des Runddammes, ung. 1,5 Km weit davon, auf den Dachziegeln eines zu einem der äußersten Häuser der Ságvári-Siedlung gehörigen 50 Jahre alten Gartengebäudes, in westlicher Exposition, wurde Anfang September, um elf Uhr vormittags, bei 7 000 lux Lichtstärke, eine reichentwickelte *Caloplacetum murorum* Zönose mit den folgenden Arten gefunden: *Caloplaca* (Gasp.) *decipiens* ($D = + - 2$), *Lecanora albescens* ($+ - 1$), *L. dispersa* ($+ - 1$), *L. crenulata* ($+ - 1$), *Verrucaria nigrescens* ($+ - 1$), *Staurothele catalepta* ($+ - 1$), *Candelariella vitellina* f. *arcuata* (3—5), *Caloplaca* (Blast.) *teicholyta* (1—3), *Squamaria muralis* (1—2) und *Acarospora fuscata* ($+ - 1$).

Ich habe in westlicher Richtung, ebenfalls außerhalb des Runddammes, dem Reformierten Friedhof gegenüber, ung. 3,5 Km weit vom Stadtzentrum, auf einem Ziegeldach südlicher Exposition eines Gärtnerhauses, im Spätapril, um 15 Uhr nachmittags, bei 8 000 lux Lichtstärke, eine auch, noch schöner als die Vorige, entwickelte *Squamarietum albomarginatae* Zönose gefunden, die noch reicher entwickelt war als die von Schieferdach der Tolbucin Radialstraße beschriebene Flechtengesellschaft. Die Flechtenläger waren wohlentwickelt, gesund, wachsend, fruchtbringend, der Deckungsgrad war ung. 20%. Hier, dem Fundort in der Tolbucin Radialstraße gegenüber, kommen auch *Candelariella vitellina* ($D = + - 1$), *Lecanora hageni lithophila* (+), *Physcia vainioi* (2—3) und *Lecidea fuscoatra* f. *tegularis* (1—2) Thalli vor. Ung. 4 Km fern von Stadtzentrum leben also die steibewohnenden Flechten in einem Zustand ohne Schädigung. Die qualitative Zusammensetzung und die quantitativen Parameter der Gesellschaften entsprechen auch dem normalen Zustand.

Die Flechten zeigen, sich vom Stadtzentrum entfernend, schon selbst in dieser verhältnismäßig kleiner Entfernung, der Unterschied der Reinheit der Luft zwischen den Innen- und Außenbezirken.

Die Stufen der Poleotoleranz der epiphytischen Flechtenarten wurden in Hinsicht mehrerer Städte festgestellt. In Kenntnis der Umstände in Szeged, habe ich eine ähnliche Skala der epilithischen Arten zusammengestellt. Dies wird in der folgenden Aufstellung dargelegt:

Die Toxikotoleranz nimmt ab	↑	<i>Physcia vainioi</i>	↓	Die Toxikotoleranz nimmt zu
		<i>Gasparrinia murorum</i>		
		(<i>Caloplaca citrina</i>)		
		<i>Candelariella aurella</i>		
		<i>Lecanora albescens</i>		
		<i>Lecanora dispersa</i>		
		<i>Lecanora crenulata</i>		
		<i>Verrucaria nigrescens</i>		
		<i>Caloplaca</i> (Blast.) <i>teicholyta</i>		
		<i>Squamaria albomarginata</i>		

Literatur

- ANTOS, K. (1930): Adatok Szeged vidéke zuzmóflórájához (Beiträge zur Flechtenflora der Umgebung von Szeged). — *Fol. Crypt.* 1, 947—952.
- BOROS, Á., SZABÓ, L. (1972): A levegőszennyeződés első áldozatai a zuzmók és a mohák (Die ersten Opfer der Luftverunreinigung sind die Flechten und Moose). — *Természet Világa (TTK)* 103, 456—458.
- FELFÖLDY, L. (1942): A városi levegő hatása az epiphyton zuzmóvegetációra Debrecenben (Die Wirkung der Stadtluft auf die epiphytische Flechtenvegetation in Debrecen). — *Acta Geobot. Hung.* 4, 332—351.
- FÓRISS, F. (1942): Újabb adatok Szeged és környékének zuzmóflórájához (Neuere Angaben zur Flechtenflora von Szeged und Umgebung). — *Acta Bot. Szeged*, 1, 94—101.
- GALLÉ, L. (1930): Szegedi zuzmóasszociációk (Lichenassoziationen aus Szeged). — *Fol. Crypt.* 1, 933—946.
- GALLÉ, L. (1939): A szegedi körtöltés zuzmóflórája (La flore de lichen de la levée qui entoure Szeged). — *Szegedi Klauzál G. Gimn. Évk.* 1938/39, 1—10.
- GALLÉ, L. (1941): Zuzmók a szegedi várról (Soziologische und floristische Studie über die Flechten der Burgruine von Szeged). — *Bot. Közl.* 38, 143—146.
- GALLÉ, L. (1970): Flechtenvegetation in den Friedhöfen von Szeged. — *Móra F. Múz. Évk.* 1970/71, 77—91.
- GALLÉ, L. (1973): Kryptogám növénytársulások a szegedi körtöltés téglaburkolatán (Kryptogamgesellschaften an der Ziegelblendung des Schutzdammes in Szeged). — *Stud. Bot. Hung.* 8, 25—31.
- GALLÉ, L. (1975a): Die Flechtenvegetation der jugoslawischen Woiwodina (Eine floristische und Flechtenzöologische Abhandlung). — *Móra F. Múz. Évk.* 1974—75/1, 271—297.
- GALLÉ, L. (1975b): A Mátia-hegység zuzmócönózisai (Die Flechtenzönosen im Mátia-Gebirge). — *Bot. Közl.* 62, 179—189.
- HAWKORTH, D. L., ROSE, F. (1970): Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. — *Nature* 227, 145—148.
- KISZELY, GY., SIMON, M., F. HALÁSZ K., BERKÓ, GY. (1977): Vizsgálatok foglalkozási ölomterhelés korai felismeréséhez (Untersuchungen zur frühen Erkennung der Berufsbleiblastung). — *Egészségtud.* 21, 184—189.
- KOVÁCS, M. (1973): A levegőszennyeződés növényi indikátorai (Die Pflanzenindikatoren der Luftverunreinigung). — *Búvár* 28 (18), 282—285.
- KOVÁCS, M. (1975a): A környezetvédelem biológiai alapjai (Die biologischen Grundlagen des Umweltschutzes). — *Mezőgazdasági Kiadó*. Budapest, 1—333.
- KOVÁCS, M. (1975b): A bioszféra ölomszennyezettsége (Bleiverunreinigung der Biosphäre). — *Búvár* 30, 393—396.
- PETHEŐ G., FRAU P. WAYER (1976): Levegővizsgálatok Szeged városban (Luftuntersuchungen in der Stadt Szeged). — 20, 242—246.
- SOLYMOSSI, P. (1977): A zuzmók jelzik a levegőszennyeződést (Die Flechten zeigen die Luftverunreinigung). — *Búvár* 32, 22—224.

Anschrift des Verfassers:

Dr. L. GALLÉ

H-6722 Szeged, Petőfi Sándor sgt. 6. I. 7.